

CLIPPEDIMAGE= JP407017721A

PAT-NO: JP407017721A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07017721 A

TITLE: METHOD FOR CONTROLLING TEMPERATURE OF GLASS IN FOREHEARTH

PUBN-DATE: January 20, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIYUKUHARA, EIJI

KANO, MOTOO

KONISHI, MASAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

O C ENG KK

N/A

ISHIZUKA GLASS CO LTD

N/A

APPL-NO: JP05162657

APPL-DATE: June 30, 1993

INT-CL_(IPC): C03B007/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a method for controlling the glass temps. in a forehearth constituted to execute change to a kind different in gob temp. in a short time while maintaining the gob temp. of the kind currently under production in the forehearth of the process for production of glass in stable state.

CONSTITUTION: The glass temps. are measured for each of respective zones at the time of setting rising when the production kind is going to be changed. The measured glass temps. are subjected to fuzzy inference by two variables; a change in the set temp. thereof and a deviation from the set temp. by which the change rate of the glass setting temps. in the respective zones are controlled. The gas flow rates of respective burners are then controlled by regulating the set values for the opening degrees of valves of cooling zones and the set values of the respective glass temps.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-17721

(43) 公開日 平成7年(1995)1月20日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 0 3 B 7/06

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平5-162657

(22) 出願日 平成5年(1993)6月30日

(71) 出願人 000103459

オーシーエンジニアリング株式会社
大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番4号

(71) 出願人 000198477

石塚硝子株式会社
愛知県名古屋市昭和区高辻町11番15号

(72) 発明者 祝原 榮治

大阪府大阪市大正区南恩加島7丁目1番55号
オーシーエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 加納 源生

大阪府大阪市大正区南恩加島7丁目1番55号
オーシーエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォーハース内のガラス温度制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 ガラス製造工程のフォーハースにおいて、現在生産中の品種のゴブ温度を安定状態に維持しつつ、ゴブ温度の異なる品種への変更を短時間で行なうようにしたフォーハース内のガラス温度の制御方法の提供。

【構成】 生産品種変更の際の立上げ整定時において各ゾーン毎にガラス温度を計測し、計測されたガラス温度について、その設定温度の変更およびその設定値との偏差量の2変数によって、ファジィ推論を行ないゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、クーリングゾーンのバルブの開度設定値および各ガラス温度の設定値を調整して、各バーナーのガス量の制御を行なうようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスパウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スパウト部に温度計を設置してガラス温度を計測し、(e) 各ゾーン毎に複数の温度計を設置してガラス温度を計測し、(f) スパウト部、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス設定温度の変更量およびガラス温度とその設定値との偏差量の2変数をファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、スパウト部の設定温度が変更された場合には、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御するとともにNo1ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、No2ゾーンの設定温度が変更された場合には、No2ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、No3ゾーンの設定温度が変更された場合には、No3ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、(g) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とするフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項2】 ガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスパウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スパウト部にトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(e) 各ゾーン毎にゾーンの後部にガラス表面温度計を設置して、ガラス表面温度を計測し、(f) 各ゾーン毎に複数のトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(g) スパウト部、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地設定温度の変更量およびガラス生地温度とその設定値との偏差量の2変数をファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、スパウト部の設定温度が変更された場合には、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するとともにNo1ゾーンのガラス表面設

定温度の変更量を制御し、No2ゾーンの設定温度が変更された場合には、No2ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No3ゾーンの設定温度が変更された場合には、No3ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、(h) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス生地温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とするフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項3】 スパウト部のガラス生地温度と設定温度との偏差量、今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が、設定温度から大きく離れている場合には操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、スパウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、スパウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo1ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項4】 No3ゾーン及びNo2ゾーンにおけるそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が設定温度から大きく離れている場合には、操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo3ゾーンおよびNo2ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、第1制御領域(I)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御し、第2制御領域(II)において、No3ゾーンおよび第2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2項または第3項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項5】 No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、上記各ゾーンのバーナーバルブ開度と適正開度の偏差量および上記各ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量によってファジィ推論を行ない、上記各ゾーンのクーリングバルブの開度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2乃至4項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】ガラス製造工程のフォーハースにおいて、現在生産中の生産品種のゴブ温度を安定状態に維持しつつ、ゴブ温度の異なる生産品種への変更を短時間でこなうようにしたフォーハース内のガラス温度の制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ガラス製造工程の一般的なフォーハースにおいては、各ゾーンに設けられた放射温度計などの測定器類によって、温度等を計測し、バーナー開度や冷却風量を調整して、その品種の生産終了までゴブ温度の変動が生じないように自動調整を行っていた。一般的には、各ゾーンのガラス温度を測定し、その表面温度を一定に保つように、フィードバック制御によるPID制御により自動制御を行なっている。最近では、フィードフォワード/フィードバック制御を併用した制御方法も提案されている。

【0003】フォーハース内のガラス温度のプロセス特性は、むだ時間、時定数が大きく、外乱要因も多く、かつ、ガラス流出量変更時にプロセスダイナミック（動特性）が大きく変化する点で、有効な温度制御手法が確立されていない。ゴブ温度の異なる生産品種への変更を短時間でこなう制御手法が無く、熟練運転員の経験による判断、操作に頼らざるを得ず、経験量の差により、どうしても温度変更後、目標のゴブ温度に安定するまでに時間がかかり、成形機側の生産品種の切替作業が完了しても、まだ目標温度に到達していないため、生産を開始することができないケースがある。一般的に、成形機の実生産品種切替時間が、平均60分であるのに対し、ゴブ温度の目標のゴブ温度に安定するまでに、平均100分かかる。

【0004】生産中におけるゴブ温度は、フィードバック制御によるワンループPID制御による自動制御の場合、外乱要因による影響を完全に吸収することができず、ゴブ温度の変化量に近い、フォーハースのスバウト部の温度で平均±2℃変化する。ゴブ温度の変動は、ゴブ重量（製品重量）の変化をもたらす、最悪のケースには、成形不良発生をきたし、生産工程に影響を及ぼすことになる。仮に、フィードフォワード/フィードバック制御を併用した制御手法を試みたとすると、外乱要因による影響をある程度防ぐことができるが、フォーハース特有のむだ時間が長いために、むだ時間補償機能が必要となり、簡単に十分な制御結果を得ることが難しい。そこで、制御手法の改善を図ろうとすると始めから再構築する必要があり、完成までかなりの工数を必要とする。うまく完成したとしても、形式の違うフォーハースに適用する場合や、同じ形式であっても老朽化により作り替えた場合にも、始めからチューニングを行なう必要があり、現実性に乏しい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のガラス温度制御方法は、以上のように行なわれており、この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、熟練運転員の経験的な判断と運転操作過程を制御則とするファジィ制御系によって、特に、生産品種変更の際の立上げ整定時においてフォーハース内のガラス温度の的確かつ容易な制御を可能としたフォーハースの温度制御方法を提供することを目的とする。フォーハースのガラス温度調整に関する制約条件を制御則に加えた多変数型ファジィ制御系によって、特に、立上げ整定時においてフォーハースのガラス温度の的確かつ容易な制御を可能としたフォーハース内のガラスの温度制御方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明によればガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスバウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スバウト部に温度計を設置してガラス温度を計測し、(e) 各ゾーン毎に複数の温度計を設置してガラス温度を計測し、(f) スバウト部、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス設定温度の変更量およびガラス温度とその設定値との偏差量の2変数をファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、スバウト部の設定温度が変更された場合には、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御するとともにNo1ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、No2ゾーンの設定温度が変更された場合には、No2ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、No3ゾーンの設定温度が変更された場合には、No3ゾーンのガラス設定温度の変更量を制御し、(g) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とする。

【0007】本発明方法はガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にス

5

バウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スバウト部にトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(e) 各ゾーン毎にゾーンの後部にガラス表面温度計を設置して、ガラス表面温度を計測し、(f) 各ゾーン毎に複数個のトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(g) スバウト部、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地設定温度の変更量およびガラス生地温度とその設定値との偏差量の2変数をファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、スバウト部の設定温度が変更された場合には、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するとともにNo1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No2ゾーンの設定温度が変更された場合には、No2ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No3ゾーンの設定温度が変更された場合には、No3ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、(h) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス生地温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とする。

【0008】本発明方法は、更にスバウト部のガラス生地温度と設定温度との偏差量、今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が、設定温度から大きく離れている場合には操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、スバウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、スバウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo1ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする。

【0009】本発明方法は、更にNo3ゾーン及びNo2ゾーンにおけるそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が設定温度から大きく離れている場合には、操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo3ゾーンおよびNo2ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、第1制御領域(I)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれ

6

ぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御し、第2制御領域(II)において、No3ゾーンおよび第2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする。

【0010】本発明方法は、更にNo3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、上記各ゾーンのバーナーバルブ開度と適正開度の偏差量および上記各ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量によってファジィ推論を行ない、上記各ゾーンのクーリングバルブの開度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする。

【0011】

【実施例】本発明方法を実施するフォーハース設備の全体構成を説明する。図1、図2および図3に基いて説明すると、ガラス溶解炉で溶融されたガラスはフォーハース前に設置されている作業槽1からフォーハース2へ流れ込む。フォーハースは流れ込んだ高温ガラス(約1200℃)をゴブ温度(約1150~1100℃)近くまで冷却するクーリングゾーン(No3、No2ゾーン)と、冷却されたガラス温度を均一に下げたためのコンディショニングゾーン(No1ゾーン)に区分される。クーリングブロー3によって冷却エアーはNo3、No2ゾーンに吹き込まれる。また、クーリングブローは、No3、No2のゾーン毎に設置されており元ダンパーの調整によってそれぞれのゾーンへ吹き込まれる冷却エアー量を制御することができる。

【0012】燃焼バーナーはNo1、No2、No3ゾーン毎に設置されておりその燃焼ガス量の制御はゾーン毎に行われる。ゾーンの後部へ設置された輻射温度計4、4、---、によってガラス表面温度を計測し、その設定温度との差からバーナーの燃焼ガス量を調節するためのPID調節計が各ゾーン毎に設置されている。

【0013】本制御方法は、ガラス生地温度の安定が目的のひとつであることから、各ゾーンにガラス生地温度を計測するトライレベル計T/C5、5、---、を設置しスバウト部6には、トライレベルT/C5を設置して、本制御方法への入力データとしている。入力データはこの他にガラス表面温度、燃焼バルブ開度、クーリングバルブ(クーリングダンパ)開度がある。

【0014】本制御方法では、ファジィ推論を行い、その推論結果を出力する操作端は、各ゾーンのPID調節計への設定値、No2、No3ゾーンのクーリングバルブ(クーリングダンパ)の開度設定値および各ガラス生地温度の設定温度である。

【0015】なお、クーリングゾーンとしてNo3、No2ゾーンを設けているが、必要によってはNo4ゾーンを設けることができることは勿論である。その場合No4ゾーンに燃料バーナーはもとより必要な機器類を設けることは勿論である。

【0016】また図2で示すように一つの溶解炉に対し

て複数個(図2では6個)のフォーハースを並設することができ、この場合同一品種はもとより、異なった品種を同時に生産することができる。また、この際タンクコネクシオンに設置された温度計($t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9$)により、隣接するフォーハースを含め外的変化を確実に把握して、適宜に対処して目的とするゴブ温度を安定状態に維持できる。

【0017】先ずファジィ制御の制御ブロックについて説明する。図4は、ファジィ制御を構成する各制御ブロックを示す。プロセスデータ演算部、ファジィ推論部等によって構成されている。プロセスデータ演算部は、プロセスよりガラス生地温度、ガラス表面温度、バーナーバルブ開度、クーラーバルブ開度を入力しデータベース部にあるそれぞれの設定温度との偏差量の算出や、今回計測値と前回計測値との時間的な変化量の算出等を行う。ファジィ推論部では、プロセスデータ演算部より入力したデータとそのデータに対応するメンバーシップ関数および推論規則からファジィ推論を行う。操作量算出部はファジィ推論により求められた定性的な操作量を定量的な値へと算出する。複数の推論規則がある場合には、メンバーシップの値で加重平均値をとり操作量の変更量(ΔU)を求める。操作量評価部では、求められた操作量の変更量(ΔU)と現在の操作量を加算し、その値が予め決められた範囲内かどうかの評価が行われる。その値が適正な場合には制御部へ送られプロセスへの入力となる。

【0018】本制御方法の実施にあたっては、図5に示す機器構成にてシステムを構成しプロセスよりの入出力信号は、プログラミングロジックコントローラ(以下PLCという)を介して、パーソナルコンピュータ(PC)へと取込まれている。PCでの主な機能は

1. 入出力データの管理及びフィルタリング機能
2. ファジィ推論機能及び事前設定変更処理機能
3. 型替え設定機能
4. マンマシンインターフェイス機能

に大別される。PLCを介して入力されるデータ群の内、ガラス生地温度、ガラス表面温度等の制御に用いられる主要データについては、移動平均処理にてフィルタリング処理が行なわれる。

【0019】図6に示されるようにファジィ推論部においては、フィルタリングされたデータをもとにした定常状態モードでのファジィ推論、立上げ整定モードでのファジィ推論が行なわれる。この2つのモードの切替えは、プロセスの操業状況によって自動的に行なわれる。ファジィ推論に用いられる制御目標値、パラメータや警報設定値(上限値・下限値)等のデータは、生産品種毎に異なるため、それらのデータをあらかじめ登録しデータベースとして保存しておく。型替え設定においては、次に生産する品種の型替え時刻の設定、生産品種のデータベースの呼出しを可能としている。(図6参照)

PCは上記の他に下記の機能も具備している。

1. グラフィック画面、オーバービュー画面による運転監視操作
2. アラーム機能
3. DDC(ダイレクト デジタル コントロール)機能
4. トレンド画面表示
5. データロギング機能

【0020】以下、本発明に係る立ち上げ整定時におけるファジィ制御について説明する。生産品種が変更される際(以下型替と称す)には、生産品種に対応するガラス流量の変更に伴い、ゴブ温度や各ゾーンでのガラス生地温度の目標温度が変更される。この場合ゴブ温度やガラス生地温度を目標の温度まで早く到達し安定させることにより製品不良の減少から歩止まりの向上が計れる。本制御方法での型替の際の立上げ整定時間の短縮は次の2つの方法により可能としている。

【0021】(i) 事前設定変更処理(プログラム処理)
図7に示されるように、品種変更作業の開始に先立って、スパウト部内のガラス温度を現在生産中の品種に要求される温度に維持したままの状態ではフォーハース内のガラス温度を炉に近いゾーンから変更後の品種に要求される温度に順次変更し、品種変更作業後に速やかにスパウト部内のガラス温度の変更を完了しようとする制御である。すなわち、J3の時点で、No3ゾーンの設定温度を上昇させ、J2の時点で、No2ゾーンの設定温度を上昇させ、J0の時点で、No1ゾーンおよびスパウト部の設定温度を上昇させると同時に型替作業を開始する。

【0022】(ii) 立上げ整定時におけるファジィ制御
すなわち図7に示されるように事前設定変更処理にて型替前にフォーハース内のガラス温度を炉に近いゾーンから変更し型替後の立上げ整定時間を短縮する。立上げ整定時におけるファジィ制御には、次の制御ループがある。

- (A) 制御目標温度変更時の対応制御
- (B) スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御
- (C) 各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御
- (D) クーリングセクションにおけるクーリングバルブ制御

【0023】(A) 制御目標温度変更時の対応制御

図8に示されるようにオペレータ等により、ガラス生地設定(目標)温度の変更がなされた場合、その設定温度の変更量、ガラス生地温度と新しい設定温度の偏差量の2変数をファジィ推論規則の前件部として、予め設定された、ファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいて、ファジィ推論を行ない、該当するゾーンのガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を決定する。決定された設定温度は、制御するコントローラへ送られる。また、スパウト部の設定温度が変更された場合には、その変更量をNo2、No3ゾーンの現在の設定温度へ加算し、

スパウト部のガラス生地温度をその設定温度に早期に追従させる。

【0024】(1) 入力データとメンバーシップ関数

a) ファジィ推論のために用いられる入力データとそのメンバーシップ関数を図9に示す。

(新しい設定温度) - (前の設定温度) (図9)

図中、PB、PS、Z、NS、NBはメンバーシップ関数に与えられた名称である。

PB: 正に大きい

PS: 正に小さい

Z: 不変

NS: 負に小さい

NB: 負に大きい

b) スパウト部のガラス生地温度と設定値の偏差量 (図10)

c) No2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量

(新しい設定温度) - (前の設定温度)

メンバーシップ関数はa)項と同様

d) No2ゾーンのガラス生地温度と設定値の偏差量

メンバーシップ関数はb)項と同様

e) No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量

(新しい設定温度) - (前の設定温度)

メンバーシップ関数はa)項と同様

f) No3ゾーンのガラス生地温度と設定値の偏差量

メンバーシップ関数はb)項と同様

【0025】(2) 推論規則

a) スパウト部の設定温度が変更された場合

設定温度の変更量でファジィ推論を行い、No2ゾーン、No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量 (ΔU) を決定する。又設定温度の変更量 (ΔT) とガラス生地温度と設定温度の偏差量 (E) の大きさを比較し小さい方の変数によってファジィ推論を行い、No1ゾーンガラス表面設定温度の変更量 (ΔU) を決定する。

a-1 設定温度の変更量が小さい場合 (表1)

【0026】

【表1】

設定温度の変更量 (ΔT)

NB	NS	Z	PS	PB
(NM)	(NS)	(Z)	(PS)	(PM)

【0027】表中の

【外1】

(PB), (PM), (PS), (Z), (NS), (NM), (NB)

は推論規則の後件部の操作部であるガラス生地温度の設定温度のメンバーシップに与えられた名称である。

【外2】

(PB) 正に大きい

(PM) 正に普通

(PS) 正に小さい

(Z) 不変

(NS) 負に小さい

(NM) 負に普通

(NB) 負に大きい

a-2 ガラス生地温度と設定温度の偏差量 (E) が小さい場合 (表2)

【0028】

【表2】

偏差量 (E)

NB	NS	Z	PS	PB
(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)

【0029】b) No2ゾーンの設定温度が変更された場合
設定温度の変更量 (ΔT) とガラス生地温度と設定温度の偏差量 (E) の大きさを比較し小さい方の変数によってファジィ推論を行い、No2ゾーンガラス表面設定温度の変更量 (ΔU) を決定する。

b-1 設定温度の変更量が小さい場合 (表3)

【0030】

【表3】

設定温度の変更量 (ΔT)

NB	NS	Z	PS	PB
(NM)	(NS)	(Z)	(PS)	(PM)

b-2 ガラス生地温度と設定温度の偏差量 (E) が小さい場合 (表4)

【0031】

【表4】

偏差量 (E)

NB	NS	Z	PS	PB
(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)

【0032】c) No3ゾーンの設定温度が変更された場合
設定温度の変更量 (ΔT) とガラス生地温度と設定温度の偏差量 (E) の大きさを比較し小さい方の変数によってファジィ推論を行う、No3ゾーンガラス表面設定温度の変更量 (ΔU) を決定する。

1 1

1 2

C-1 設定温度の変更量が小さい場合(表5)

【0033】

【表5】

設定温度の変更量(ΔT)

NB	NS	Z	PS	PB
(NM)	(NS)	(Z)	(PS)	(PM)

C-2 ガラス生地温度と設定温度の偏差量(E)が小さい場合(表6)

【0034】

【表6】

偏差量(E)

NB	NS	Z	PS	PB
(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)

【0035】(B) スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御

ジョブチェンジの際のガラス生地流しの停止や、フィーダーの起動/停止の操作に伴うガラス温度の変動や設定温度への早期立上げをするための制御ループである。スパウト部でのガラス生地温度と設定温度との偏差量(E)、また、今回温度と前回温度の時間的変化量によりファジィ推論を行うための第1制御領域(I)と、ガ*

* ラス生地温度が設定温度から大きく離れている場合には操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とによって本制御ループが構成されている。制御周期は第1制御領域(I)が5分で第2制御領域(II)を30秒としている(図11、図12参照)

図11中の第1制御領域(I)、第2制御領域(II)を分割する α_1 、 α_2 の値は、任意に設定することができるが、通常はガラス生地温度の設定温度SVに対して α_1 は+5℃、 α_2 は-5℃にセットしている。

【0036】(1) 入力データとメンバーシップ関数

a) 第1制御領域(I)用

a-1 スパウト部ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)(図13)

a-2 スパウト部ガラス生地温度の時間的変化量(ΔE)(今回の計測温度)-(前回の計測温度)(図14)

b) 第2制御領域(II)用

b-1 スパウト部ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)(図15)

b-2 No1ゾーンバーナーバルブ開度(図16)

【0037】(2) 推論規則

a) 第1制御領域(I)用(表7)

スパウト部ガラス生地温度の偏差量と時間的変化量によってファジィ推論を行いNo1ゾーンガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を決定する。

【0038】

【表7】

ガラス生地温度の偏差量

		NB	NS	Z	PS	PB
ガラス生地温度	PB	(NS)		(NM)		(NB)
の時間的変化量	PS	(Z)		(NS)	(NM)	
	Z			(Z)		
	NS		(PM)	(PS)		(Z)
	NB	(PB)		(PM)		(PS)

【0039】b) 第2制御領域(II)用(表8)

スパウト部ガラス生地温度の偏差量とNo1ゾーンバーナーバルブ開度によってファジィ推論を行い、No1ゾーン*

※ガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を決定する。

【0040】

【表8】

ガラス生地温度の偏差量

		NB	Z	PB
バーナーバルブ	PB			
開度	Z	(PS)	(Z)	(NS)
	NB			

【0041】(C) 各ゾーンのガラス生地温度の早期安★50★定制御

1 3

本制御ループは前述のスバウト部のガラス生地温度の早期安定制御と同様にNo2ゾーン、No3ゾーンでのガラス生地温度を早く設定温度まで立上げて、安定させる制御ループである。また、ファジィ推論規則はそれぞれのゾーン毎に存在する。また、本制御も第1制御領域(I)と第2制御領域(II)とを持っており制御周期は、第1制御領域(I)が5分、第2制御領域(II)が30秒としている。(図17、図18参照)

図17中の第1制御領域(I)，第2制御領域(II)を分割する α_1, α_2 の値は、任意に設定することができるが、通常はガラス生地温度の設定温度SVに対して α_1 は+5℃、 α_2 は-5℃にセットしている。

【0042】(1) 入力データとメンバーシップ関数

次に示す入力データとメンバーシップ関数は、No2ゾーンとNo3ゾーンのそれぞれについて存在する。

a) 第1制御領域(I)用

a-1 ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)
(図19)

1 4

* a-2 ガラス生地温度の時間的変化量(ΔE)

(今回の計測温度) - (前回の計測温度) (図20)

b) 第2制御領域(II)用

b-1 ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)
(図21)

b-2 No2ゾーンバーナーバルブ開度(図22)

b-3 No3ゾーンバーナーバルブ開度(図23)

【0043】(2) 推論規則

次に示す推論規則は、No2ゾーンとNo3ゾーン用としてそれぞれの推論規則を持っている。しかし推論規則の内容は同じである。

a) 第1制御領域(I)用(表9)

ガラス生地温度の偏差量と時間的変化量によってファジィ推論を行いNo2ゾーンおよびNo3ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を決定する。

【0044】

【表9】

*

ガラス生地温度の偏差量

		NB	NS	Z	PS	PB
ガラス生地温度	PB	(Z)		(NM)		(NB)
の時間的変化量	PS		(Z)	(NS)	(NM)	
	Z	(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)
	NS		(PM)	(PS)	(Z)	
	NB	(PB)		(PM)		(Z)

【0045】b) 第2制御領域(II)用(表10)

ガラス生地温度の偏差量とNo2ゾーンおよびNo3ゾーンのそれぞれのバーナーバルブ開度によってファジィ推論を行いNo2ゾーンおよびNo3ゾーンのそれぞれのガラス*

30※表面設定温度の変更量(ΔU)を決定する。

【0046】

【表10】

ガラス生地温度の偏差量

		NB	Z	PB
バーナーバルブ	PB			
開度	Z	(PS)	(Z)	(NS)
	NB			

【0047】(D) クーリングセクションにおけるクーリングバルブ制御

冷却エアーはフォーハースの両サイドより図3に示されるように空気入口8より入ってガラス表面を冷却しながら、バーナーよりの燃焼ガスと短時間の内に混じり合っ

★の偏差量によってファジィ推論を行い、クーリングバルブの開度の変更量(ΔU)を決定する。(図24参照)クーリングバルブの設備は、No2，3ゾーンに設置する。

【0048】(1) 入力データとメンバーシップ関数

次に示す入力データとメンバーシップ関数は、No2，3ゾーンのそれぞれについて存在する。

a) バーナーバルブ開度と適正開度の偏差量(図25)

b) ガラス生地温度と設定温度の偏差量(図26)

【0049】(2) 推論規則(表11)

*ある。

次に示す推論規則は、No2、No3ゾーン用としてそれぞれ
の推論規則を持っている。しかし、推論規則は同じで*

【0050】

【表11】

バーナーバルブ開度の偏差量

		NB	NS	Z	PS	PB
ガラス生地温度 の偏差量	PB					
	Z	(PB)	(PS)	(Z)	(NS)	(NB)
	NB					

【0051】なお、本発明方法を実施している制御装置
にあっては、クーリンプロアーは、200 mmH₂O、プロア
ーエアーは、1000～1200mmH₂O、LPGは、1300～1500
mmH₂O、10,000カロリー、シャットオフバルブは約500
mmH₂O、ミキサーの炎口比は3.5～5で約850 カロリ
ー、バーナーの混合ガス圧力はMin. 20mmH₂Oであ
る。

【0052】本実施例は、PID調節計を用いたもので
ある。PID調整計を設けなくて、ファジィ推論で直
接、操作端子へ出力を行うこともできることは勿論であ
る。

【0053】

【発明の効果】図27(a)(b)に製品A(ジュース200 ml
びん:170 g)を生産中における従来制御により、各ゾ
ーンをガラス表面温度の測定結果を基に、PID調節計
にて制御した場合のタンクコネクション温度、No3ゾ
ーントライレベル計温度(ガラス生地温度)、No2ゾ
ーントライレベル計温度、スパウト部温度と、本発明方法
を採用した場合(スパウト部温度制御と各ゾーンでの温度
安定化制御)の同じ測定箇所の実測結果を示す。実測結
果を見れば、図27(a)に示されるように従来制御で
は、外乱要因(ガラス溶解炉からのガラス温度の変動
(タンクコネクション温度)、フォーハースまわりの雰
囲気温度の変化)受け、各ゾーンの温度変動が生じ、最※

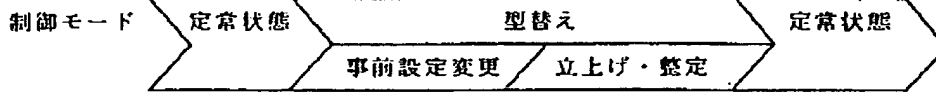
※最終的な成形時のガラスの温度を示すスパウト部において
10℃もの変動が生じているが、図27(b)に示される
ように本発明制御方法では、となりの生産ラインの型替
によりタンクコネクションの温度が10℃変動しても各
ゾーンの温度安定化制御により、各ゾーンの温度変動を
小さくし、スパウト部の温度変動を2℃に制御してい
る。このように、本発明のファジィ制御による通常の生
産中における定常制御の制御性が優れていることが解
る。

【0054】図28(a)(b)に製品B(清酒500 mlびん:
380 g)から製品A(ジュース200mlびん:170 g)へ
の型替を実施した際の従来制御によるタンクコネクショ
ン、No1～No3ゾーントライレベル計、スパウト部温度
と、本発明方法を採用した場合(スパウト部各ゾーンの
立上げ整定制御)の同じ測定箇所の実測結果を示す。実
測結果を見ると、図28(a)に示されるように従来制御
では8時40分のフィーダー停止(型替開始)と同時
に、No1～No3ゾーンのPID調節計の各設定値を、前
回生産時のデータに合わせるのみでフォーハースの温度
が最終的に安定するまで、120分を要している。本発明
方法では、表18に示すように

【0055】

【表12】

フォーハース温度制御設定



設定温度

	トライベルS			
	現在	次回	現在	次回
No 1	1190℃	1228℃	1187℃	1198℃
No 2	1189℃	1230℃	1179℃	1213℃
No 3	1195℃	1240℃	1178℃	1220℃
スパウト温度 S U (現在)				1161℃
(次回)				1189℃

事前設定変更

現在ゴブ流出量	70 T/D
型替時間	13 時 0分
No 2 S U 変更時間	12 時55分
No 3 S U 変更時間	12 時30分

スパウト/CWC 温度印字

キャンセル	フィダー起動
-------	--------

ファジィループ

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

制御切替スイッチ

No1ゾーン	REMOTE
No2ゾーン	REMOTE
No3ゾーン	REMOTE

測定温度

		タンク	No 3	No 2	No 1 R	No 1 C	No 1 L	スパウト
トライベル計	H	1210.7	1195.8	1189.8	1179.1	1190.2	1178.9	1160.1
	M	1209.4	1195.2	1188.9	1169.4	1189.9	1171.9	
	L	1205.2	1194.7	1189.1	1164.9	1191.6	1167.3	
輻射温度			1178.1	1179.5		1185.7		
燃焼バルブ開度			45.3	30.2		48.8		
クーリング元ダンパー開度			10.0	10.0				

【0056】制御システムに対して、次回生産品種に見合う各ゾーンの温度をあらかじめ入力している。現在の制御モードの表示、現在の生産品種の設定値、現在の生産品種の測定値、現在の生産品種のガラス流出量、次回の生産品種の設定値、次回の生産品種の型替時刻、No 3ゾーンの事前設定時刻、No 2ゾーンの事前設定時刻をシステムに表示した例を示す。本発明方法では表 12 に示すように、次回の生産品種の型替時刻約 30 分前（12 時 30 分）に、No 3ゾーンの事前設定変更を開始し、約 5 分前（12 時 55 分）に No 2ゾーンの事前設定変更を開始するように設定されている。図 28 (b) に示されるように実測結果を見ると、事前設定変更により No 3ゾーンは早く次回の生産温度に到達している。No 2、No 1ゾーンにおいてはファジィ制御により、従来より早く温度を上げるように、13 時 00 分フィダー停止（型替開始）と同時にクーリング全閉、バーナーバルブ全開（100%）にて制御を行い、温度の上昇を従来制御と比べ早くしている。この結果、フォーハースの温度が安定するまでに 60 分で実現している。このように、本発明のファジィ制御による型替時における立上げ整定制御の制御性が優れていることが解る。

【0057】図 29 および図 30 に示されるように製品 A（ジュース 200 ml びん：170 g）において従来制御と本発明方法による制御性の違いにより、生産性の向上がどれだけ生じたのかを示したグラフを示す。フォーハー

* ス温度型替時間の短縮により、型替時の生産の早期立上げが可能となり、初日の効率が向上している。また、2 日目以降の定常生産状態においても、製品 A においては、従来ガラス温度の不安定に起因して生産効率が他の製品と比べ特に悪い状態であったが、本発明方法により、ガラス温度の安定化により生産効率が向上している。具体例では、平均生産ロットは 3 日であるため、型替を含めた全体の生産効率で 15% の上昇を本発明方法で達成している。また、3 カ月に渡り、同一製品において従来制御と本発明方法による制御との制御結果及び生産性についての結果も、良好な結果を得た。

【0058】生産ロットが短く、型替が多い生産形態においては、特に、フォーハースの温度においては、悪い条件が重なり、従来と全くガラスの温度が極めて不安定になる欠点があったが、本発明方法により型替/定常日のフォーハースの温度についての問題が解決され、生産性の向上に多大に寄与している。

【0059】ガラス製品に対するニーズが軽量化、高品質化、多様化する中で特に殊にガラスびん生産は多品種少量生産（型替回数の増加）傾向が強くなり、コストアップ要因が多くなってきている。

【0060】上記したように本発明によれば、フォーハースの生産品種の型替時間は、短くなり、ゴブ温度（スパウト部）温度変動値は、減少するため生産品種切替後に良品ロットが採取されるまでの時間を大幅に短縮する

19

ことができ、ゴブ重量が安定化することによってゴブ重量調整作業が減少でき、さらにゴブ温度の安定により不良品の発生が減少する等生産工程の安定化、歩留りの向上に寄与するところが著しく大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明方法を実施するフォーハース装置で(a)はその断面図である。(b)はそのA-A断面図である。(c)はそのB-B断面図である。

【図 2】本発明方法を実施するフォーハース装置の配置図である。

【図 3】本発明方法を実施する温度制御装置の制御系統全体説明図である。

【図 4】ファジィ制御の制御ブロック説明図である。

【図 5】制御機器構成説明図である。

【図 6】制御モード切替方式の説明図である。

【図 7】立上げ整定時間の短縮制御説明図である。

【図 8】制御目標温度変更時の対応制御説明図である。

【図 9】メンバーシップ関数である。

【図 10】メンバーシップ関数である。

【図 11】スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

【図 12】スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

【図 13】メンバーシップ関数である。

【図 14】メンバーシップ関数である。

【図 15】メンバーシップ関数である。

【図 16】メンバーシップ関数である。

【図 17】各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

【図 18】各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

20

【図 19】メンバーシップ関数である。

【図 20】メンバーシップ関数である。

【図 21】メンバーシップ関数である。

【図 22】メンバーシップ関数である。

【図 23】メンバーシップ関数である。

【図 24】クーリングセクションにおけるクーリングバルブ制御説明図である。

【図 25】メンバーシップ関数である。

【図 26】メンバーシップ関数である。

10 【図 27】(a) は、通常生産時におけるスパウト温度の安定化制御データ説明図(従来制御データ)である。

(b) は、通常生産時におけるスパウト温度の安定化制御データ説明図(システム制御データ)である。

【図 28】(a) は、型替時における温度の早期安定化制御データ説明図(従来制御データ)である。(b) は、型替時における温度の早期安定化制御データ説明図(システム制御データ)である。

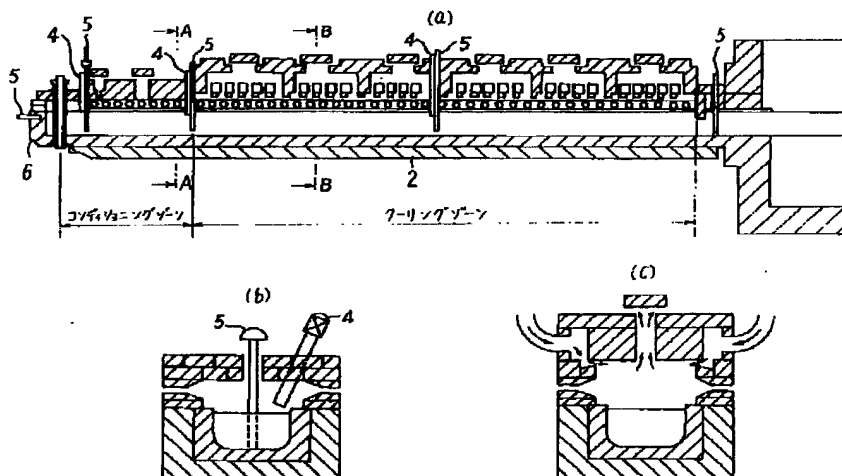
【図 29】スチーム稼働前/後比較・制御結果(製品 A)説明図である。

20 【図 30】スチーム稼働前/後比較・制御結果(月度比較)説明図である。

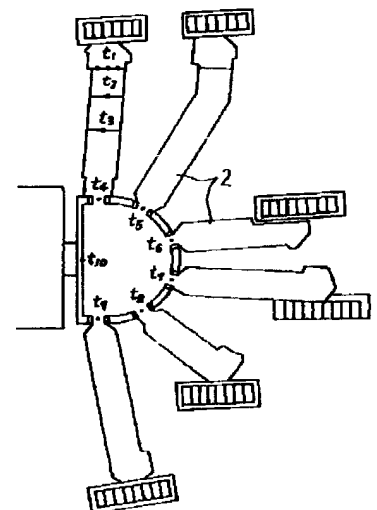
【符号の説明】

- 1 作業槽
- 2 フォーハース
- 3 クーリングブローア
- 4 輻射温度計
- 5 トライレベルT/C
- 6 スパウト部
- 7 バーナー
- 8 空気入口
- 9 調節計

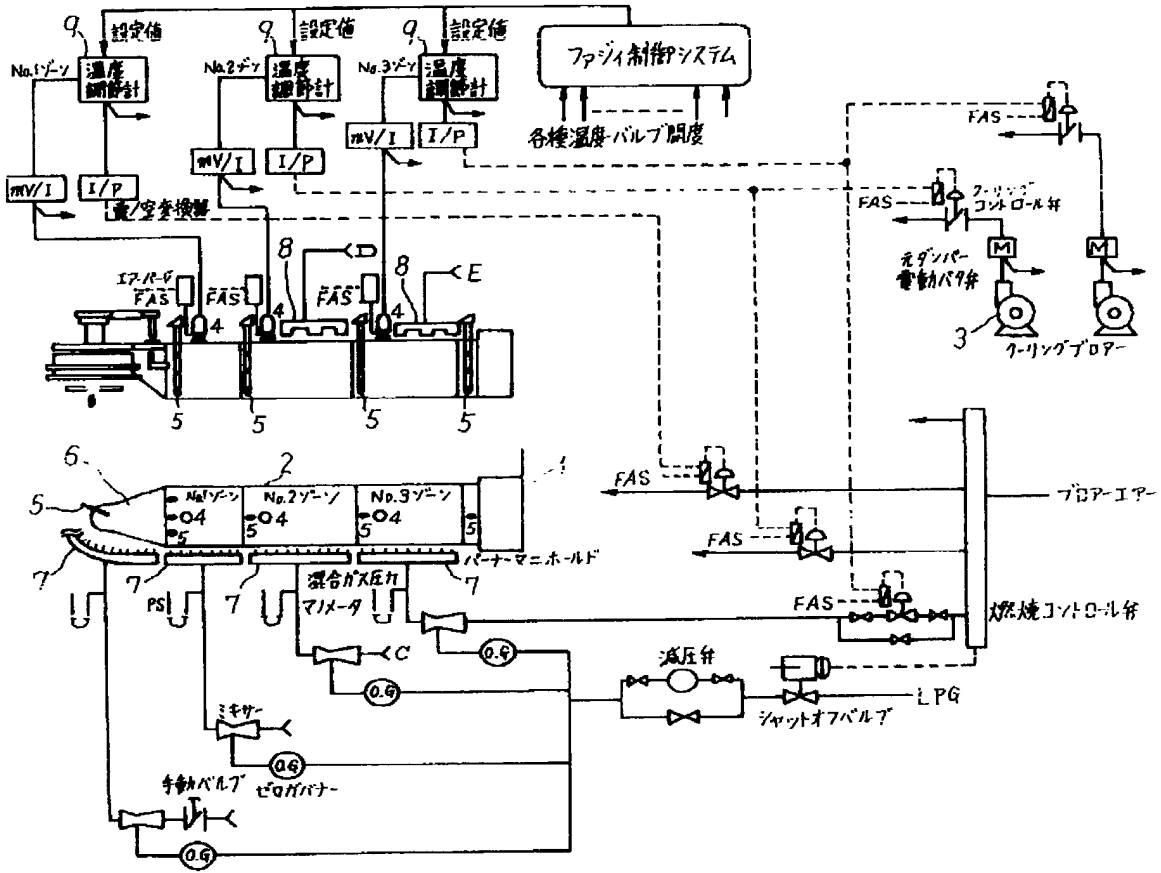
【図 1】



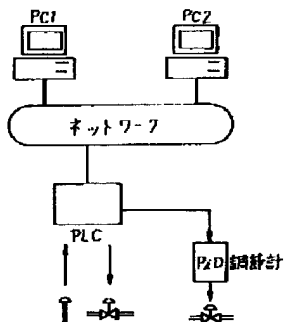
【図 2】



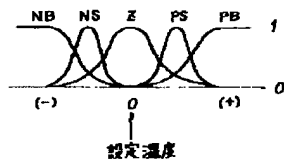
【図3】



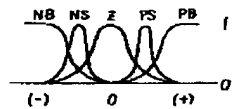
【図5】



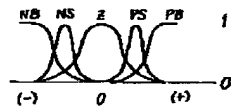
【図13】



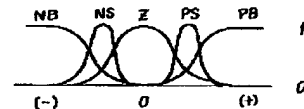
【図9】



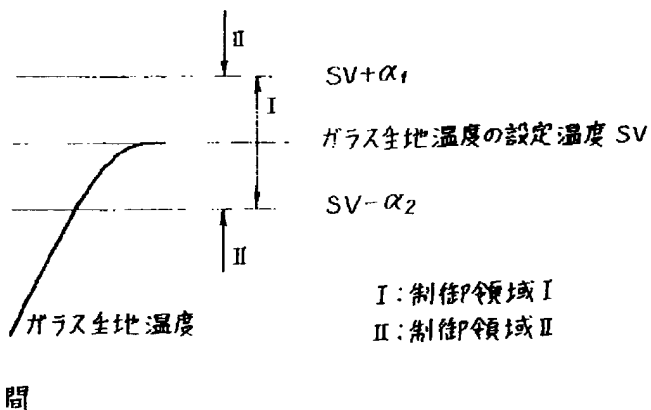
【図10】



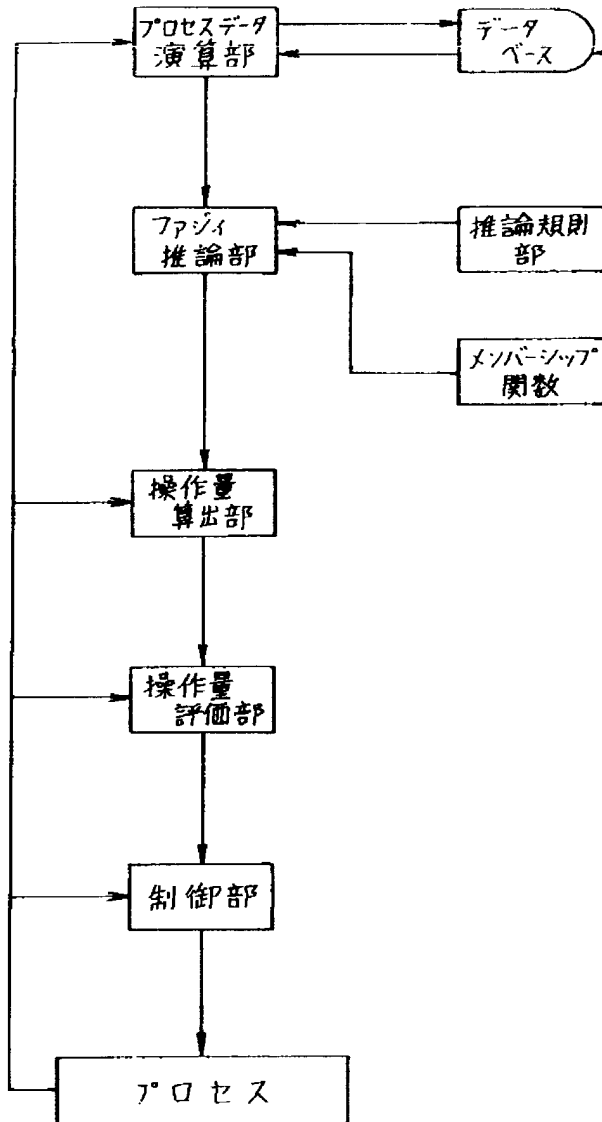
【図14】



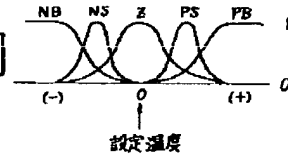
【図11】



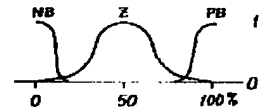
【図4】



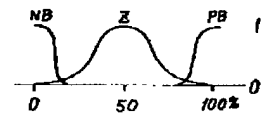
【図15】



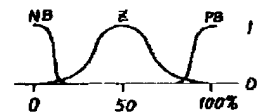
【図16】



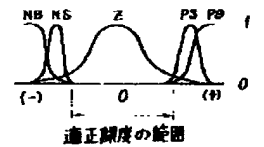
【図22】



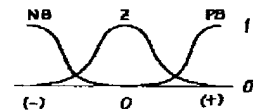
【図23】



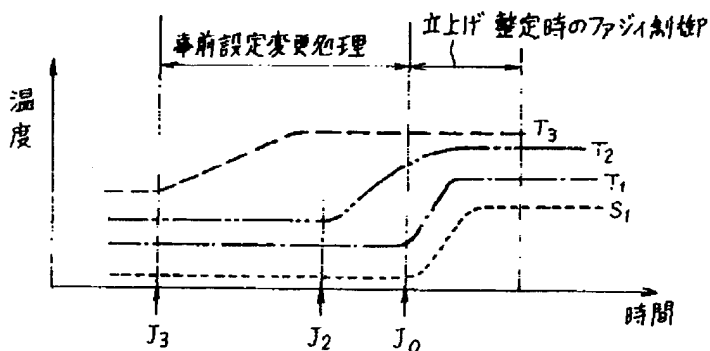
【図25】



【図26】



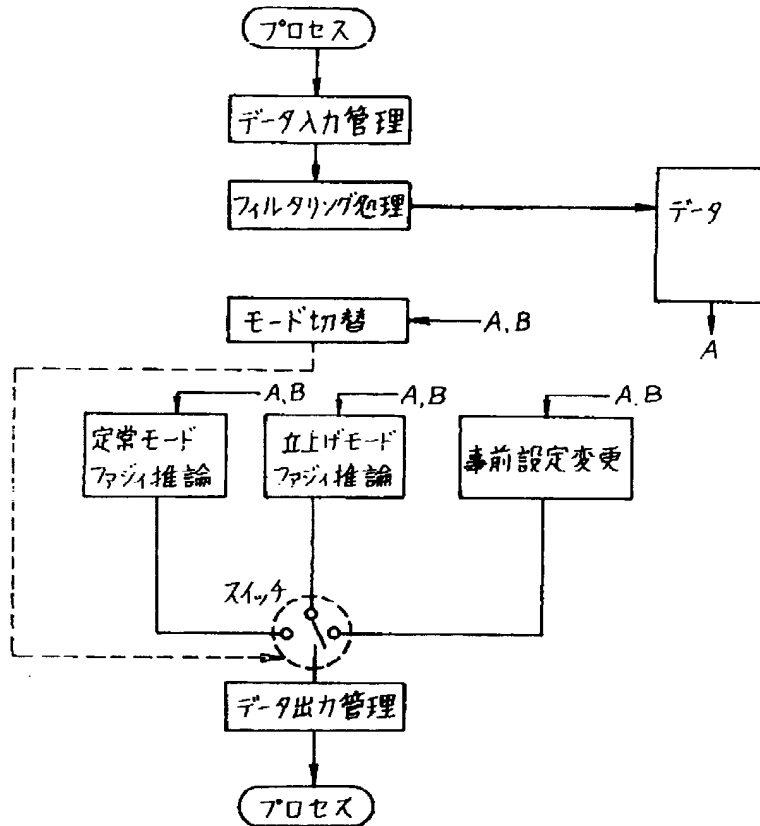
【図7】



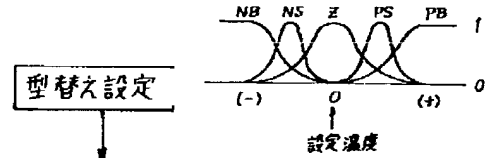
T_3 : No. 3ゾーンのガラス温度
 T_2 : No. 2ゾーンのガラス温度
 T_1 : No. 1ゾーンのガラス温度
 S_1 : スパウト部のガラス温度

J_3 : No. 3ゾーンのガラス温度を変更
 J_2 : No. 2ゾーンのガラス温度を変更
 J_0 : ジョブチェンジ

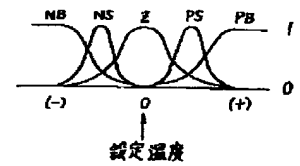
【図6】



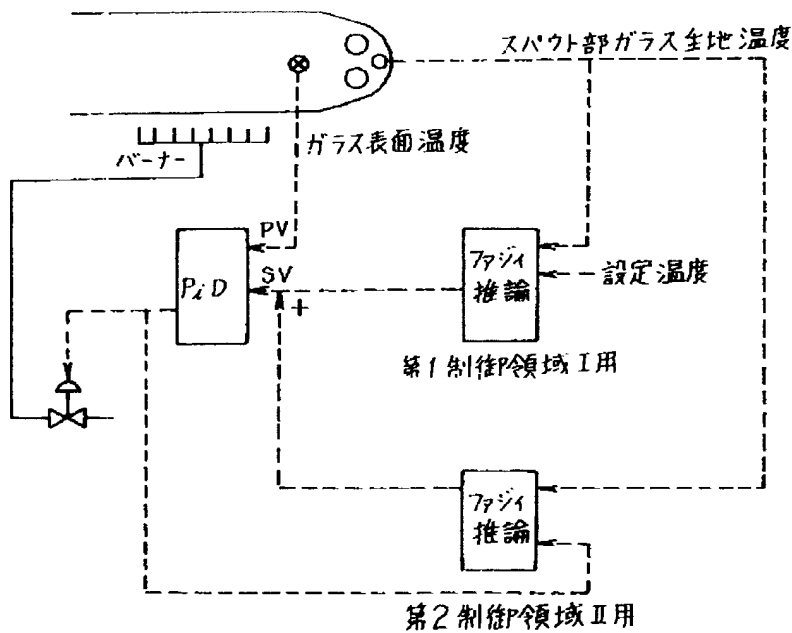
【図19】



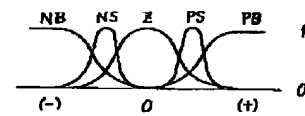
【図21】



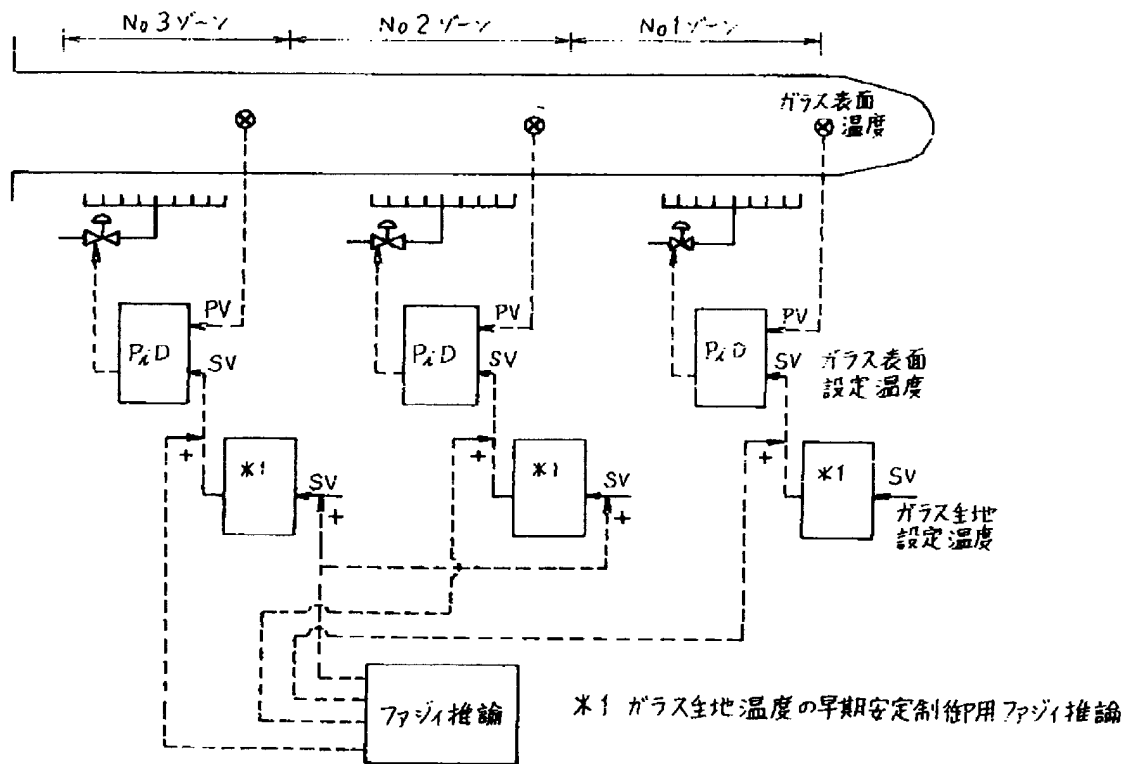
【図12】



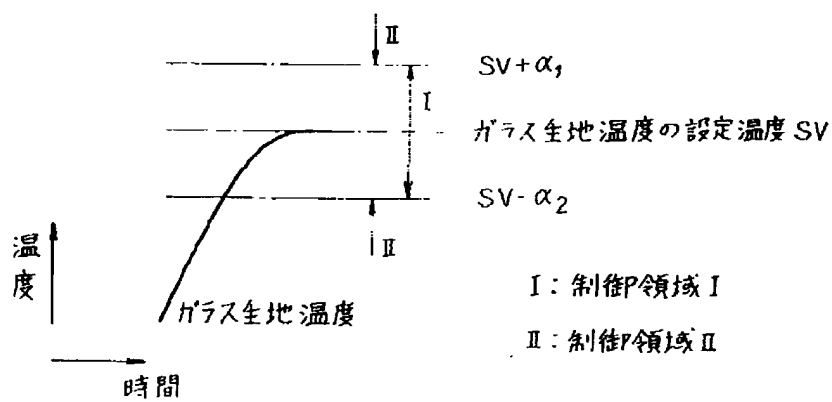
【図20】



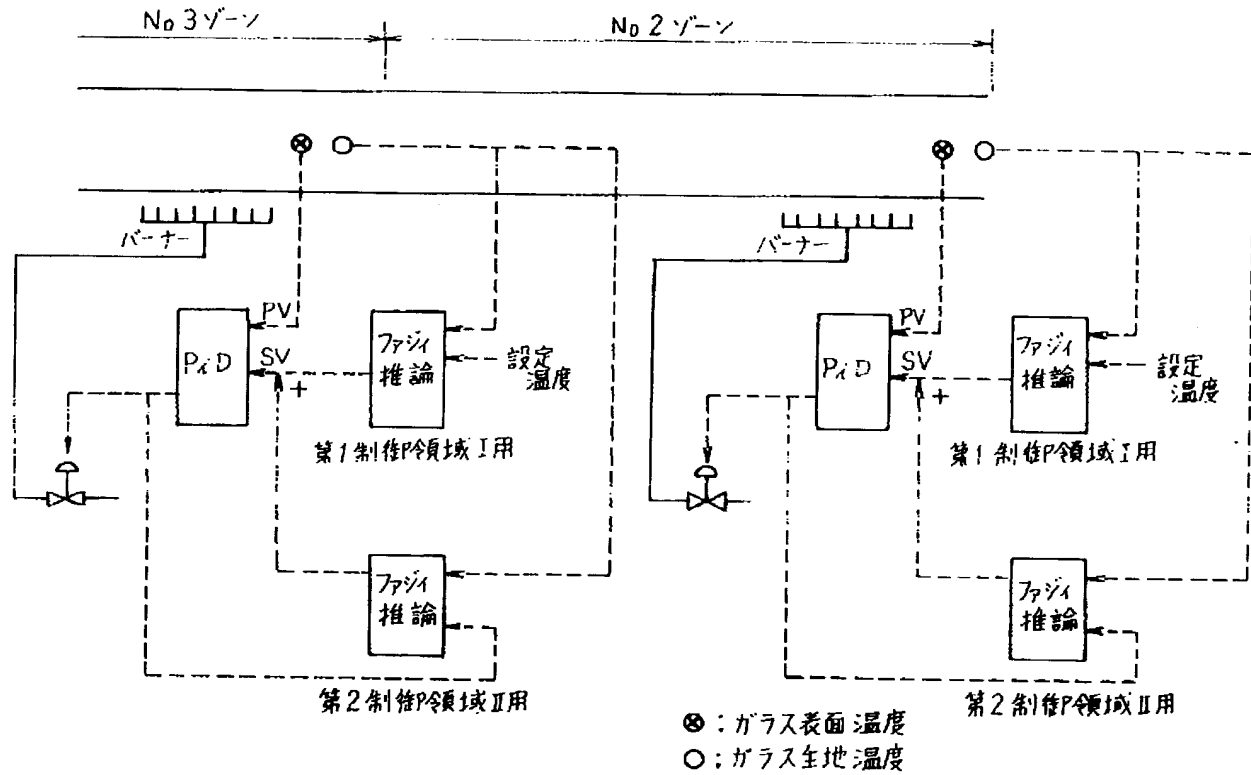
【図8】



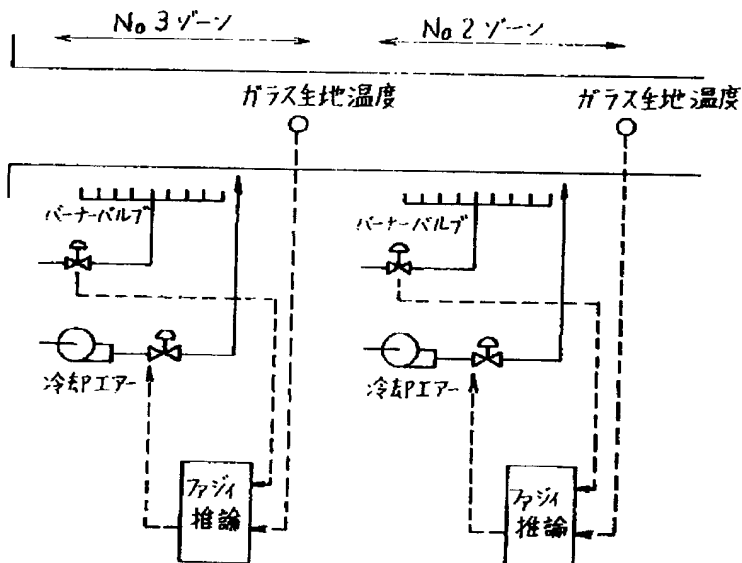
【図17】



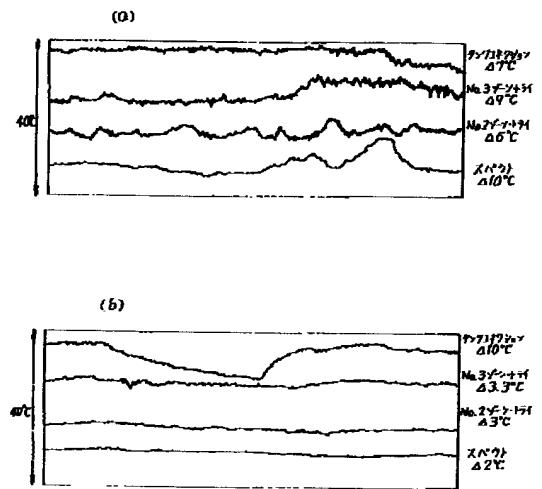
【図18】



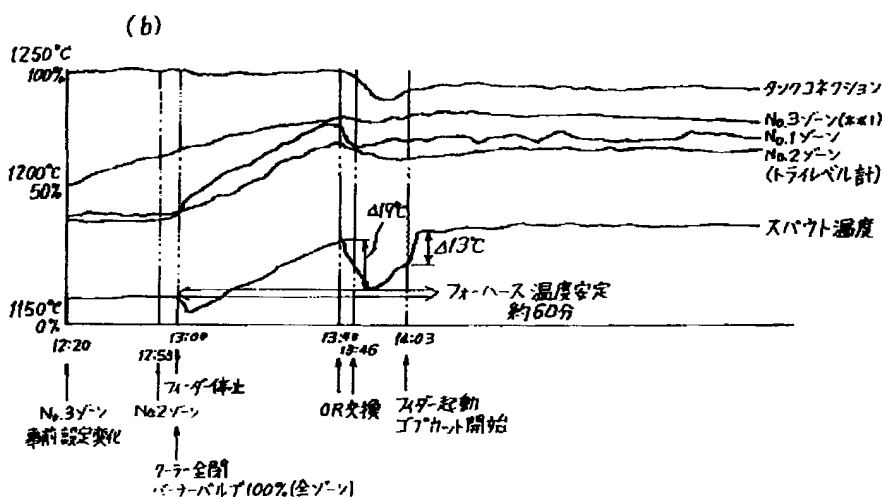
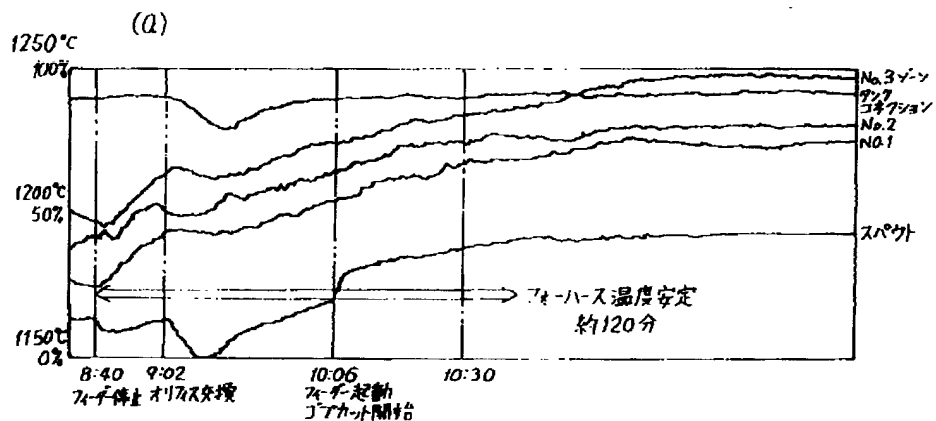
【図24】



【図27】



【図28】

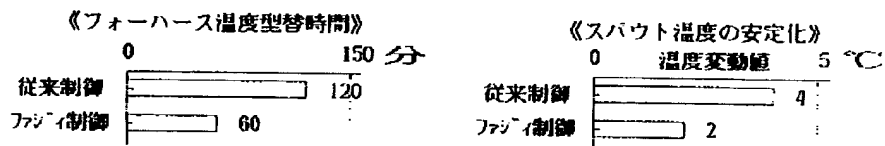


【図29】

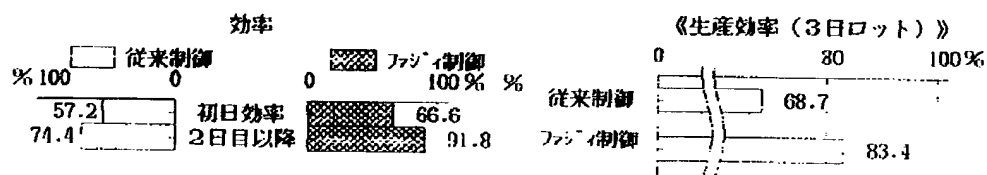
システム稼働前／後比較制御結果

製品 A

1) 制御結果



2) 生産性



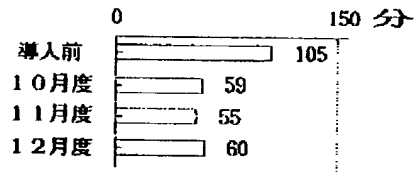
【図30】

システム稼働前／後比較制御結果

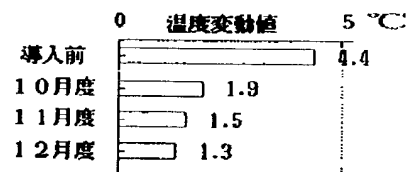
月度比較

1) 制御結果

《フォーハース温度型替時間》



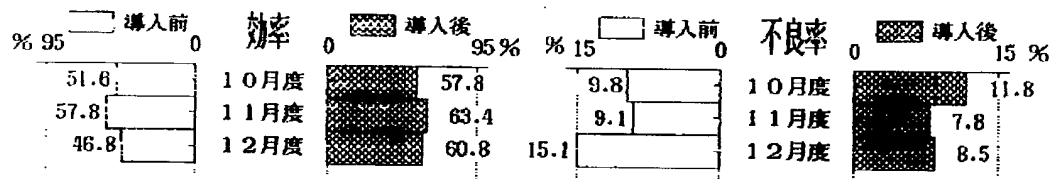
《スパウト温度の安定化》



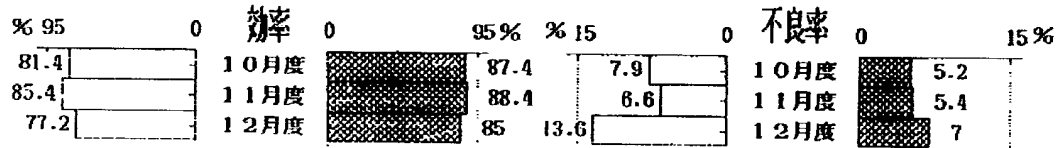
2) 生産性

《同一製品での生産効率比較》

(1) 初日



(2) 2日目以降



フロントページの続き

(72)発明者 小西 正浩

愛知県一宮市大赤見若年685番の1